



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **79774**

(13) **U**

(51) МПК

**A61B 18/20** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 13946**

(22) Дата подання заявки: **07.12.2012**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.04.2013**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.04.2013, Бюл.№ 8**

(72) Винахідник(и):

**Бойчук Тарас Миколайович (UA),  
Петришен Олександр Іванович (UA),  
Чернікова Галина Миколаївна (UA),  
Ванчуляк Олег Ярославович (UA),  
Чала Катерина Миколаївна (UA)**

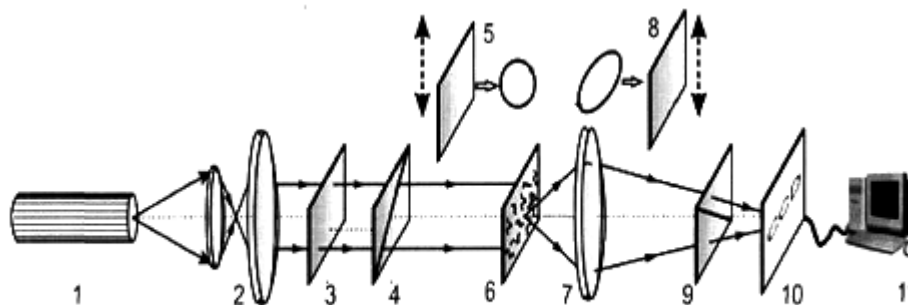
(73) Власник(и):

**БУКОВИНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МОЗ УКРАЇНИ,  
пл. Театральна, 2, м. Чернівці, 58002 (UA)**

## (54) СПОСІБ ДІАГНОСТИКИ ПАТОЛОГІЇ НИРОК

### (57) Реферат:

Спосіб діагностики патології нирок шляхом проведення лазерної поляриметрії з визначенням критеріїв диференціації поляризаційно-фазових параметрів двопробенебезломлюючої компоненти - статистичних моментів 3-го і 4-го порядків координатних розподілів дійсних частин елементів матриці Джонса.



Фиг. 1

UA 79774 U



Корисна модель належить до медицини, а саме гістології, патоморфології, терапії, урології, нефрології, та може бути використана при диференціації оптичних властивостей біологічних тканин при патологічних станах нирок.

Відома успішна апробована модель описання оптичної анізотропії біологічних тканин на основі використання матриці Мюллера оптично одноосних двоприменезаломлюючих кристалів. Формалізм матриці Джонса використовується для класифікації та подальшої диференціації сукупності поляризаційних властивостей основних типів біологічних тканин людини.

На першому етапі розглядається аналітичне обґрунтування взаємозв'язку елементів матриці Джонса, що описують оптичні властивості біологічними тканинами, з добре відомими підходами поляризаційного картографування, азимутів і еліптичностей їх зображень використання статистичного та кореляційного аналізу двовимірних розподілів матричних елементів.

Важливим залишається розробка критеріїв діагностики, сформульованих на основі Джонс-матричної класифікації поляризаційно-фазових властивостей біологічних кристалів тканин людини, для різної морфологічної будови, в тому числі для тканин за умов різних патологічних станів нирок [Основи поляриметрії. Вектор-параметрична діагностика патологічного стану біологічних тканин людини / Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Пересунько О.П., Унгурян В.П. - Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2010. - 576 с.].

Аналогом способу є дослідження de Boer J.F. [Two-dimensional birefringence imaging in biological tissue by polarization-sensitive optical coherence tomography / J.F. de Boer, T.E. Milner, M.J. van Gemert, J.S. Nelson // Opt. Lett. - 1997. - Vol. 22, № 12. - P. 934-936], у якому використовується низькокогерентний інтерферометр Майкельсона, яким вимірювали двовимірне зображення оптичного двоприменезаломлення в коров'ячому сухожиллі в залежності від глибини. Методика дозволяє швидко безконтактне дослідження тканини через структурні властивості двовимірних зображень двоприменезаломлення.

Недоліком способу-аналога є те, що не виконується статистична обробка лазерних поляризаційних зображень.

Найближчим аналогом способу є дослідження S. Jiao, L.V. Wang [S. Jiao. Twodimensional depth-resolved Mueller matrix of biological tissue measured with double-beam polarization-sensitive optical coherence tomography / S. Jiao, L.V. Wang // Opt. Lett. - 2002. - Vol. 27, № 2. - P. 101-103]. Аналіз лазерного поляризаційного зображення заснований на оптичній когерентній томографії з використанням матриці Мюллера з високою просторовою роздільністю. Двоприменезаломлення лазерних променів використано для вимірювання параметрів матриці Мюллера м'яких тканин свинячого сухожилля.

Недоліком найближчого аналога є те, що не використовується статистичний аналіз координатного розподілу та статистичні моменти  $\log\text{-}\log$  залежностей двовимірного координатного розподілу елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса.

Суть корисної моделі: використовуються лазерні поляриметричні зображення, Мюллер-матрична діагностика, статистичний аналіз координатного розподілу та статистичні моменти  $\log\text{-}\log$  залежностей елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса, які є критеріями у ранній диференціації поляризаційно-фазових параметрів здорової та патологічно зміненої біологічної тканин нирок за умов патологічних змін в органах.

Ознаки корисної моделі:

статистичні параметри вибірки;

Мюллер-матрична поляриметрія.

Спільними ознаками найближчого аналога та способу, що заявляється, є те, що для аналізу структурної організації біологічних тканин паренхіматозних органів використовується Мюллер-матрична поляриметрія.

Відмінність корисної моделі від найближчого аналога наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняння корисної моделі та найближчого аналога за ознаками

Ознаки	Корисна модель	Найближчий аналог
статистичні параметри вибірки	використовується	не використовується
лазерні зображення	норма, патології	норма

Визначення термінів, які використовуються при описі корисної моделі: статистичні моменти.

Теоретичні передумови здійснення способу, що заявляється. В основу нашого теоретичного моделювання покладений підхід Ковіна про структурне утворення та будову основних типів

біологічних тканин, включаючи і тканини людини. Згідно з таким підходом основу будь-якої біологічної тканини складає ниткоподібна (фібрилярна) позаклітинна матриця. Оптичні властивості такої структури є анізотропними та подібними до заморожених рідких кристалів. Виходячи з цього, незалежно від морфологічних та фізіологічних властивостей, фібрилярну структуру будь-якої біологічної тканини можна характеризувати матричним оператором Джонса {D} оптично одноосного двоприменезаломлюючого кристала. Морфологія біологічних тканин паренхіматозних органів, зокрема нирок, може бути представлена двокомпонентною кристалічною структурою. Аморфна - паренхіма, яка складається з шарів: зовнішня коркова тканина та внутрішня мозкова речовина. Кристалічна - каналці з епітелію, речовина якого є оптичною анізотропною ( $\Delta n \approx 10^{-3}$ ); ниркові тільця (тільця Мальпігієві), в яких розміщені клубочки, стінки яких є двоприменезаломлюючими ( $\Delta n \approx 10^{-4} \div 10^{-3}$ ).

Кожен такий клубочок, складається з 50 капілярних вузлів і оточений капсулою, що сформована шаром плоского епітелію. До інших двоприменезаломлюючих структур відноситься артеріально-венозна мережа, речовина елементів якої складається з оптично-анізотропних еластичних колагенових волокон і м'язових елементів. Традиційна медична діагностика септичного запалення тканини нирок, на його ранніх етапах, вкрай утруднена та неоднозначна відсутністю характерної стійкої клінічної картини. Розробка альтернативних оптичних методів такої діагностики дає об'єктивні критерії змін структури тканини паренхіматозних органів, пов'язаних з виникненням запальних процесів.

На фіг. 1 наведена оптична схема поляриметра. Паралельний світловий пучок ( $\varnothing = 10^4$  мкм) He-Ne лазера 1 ( $\lambda = 0,6328$  мкм,  $W = 5,0$  мВт) проходить через коліматор 2, стаціонарну чвертьхвильову пластинку 3, механічно рухомі чвертьхвильові пластинки 5, 8, поляризатор і аналізатор 4, 9, відповідно, досліджуваній об'єкт 6, мікрооб'єктиви 7. Сформовані поляризаційні зображення направляються на площину світлочутливої площини ( $800 \times 600$  пікселів) CCD-камери 10, яка забезпечує діапазон вимірювання структурних елементів біологічних тканин розмірів - 2-2000 мкм; статистичний аналіз зображень біологічних тканин проводиться персональним комп'ютером PC 11. Формування лазерного пучка відбувається з довільним азимутом  $0^\circ \leq \alpha_0 \leq 180^\circ$  або еліптичністю  $0^\circ \leq \beta_0 \leq 90^\circ$  поляризації.

Приклади виконання способу.

Приклад 1. На фіг. 2 наведені координатні ("а", "б") та тривимірні ("в", "г") розподіли елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирок.

На фіг. 3 наведені координатні ("а", "б") та тривимірні ("в", "г") розподіли автокореляційних функцій елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирок.

На фіг. 4 наведені log-log залежностей двомірного координатного елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової (зліва) та патологічно зміненої (справа) тканин нирок.

Приклад 2. У таблицях 2 і 3 наведені статистичні моменти матриці Джонса тканини нирок у нормі та патології.

Таблиця 2

Статистичні моменти координатного розподілу елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової та патологічно зміненої тканини нирок

$D_{11}(x, y)$ (норма)		$D_{11}(x, y)$ (патологія)	
Математичне очікування, М	0,15	Математичне очікування, М	0,13
Середнє квадратичне відхилення, $\zeta$	0,16	Середнє квадратичне відхилення, $\zeta$	0,16
Асиметрія, А	0,57	Асиметрія, А	0,59
Ексцес, Е	1,28	Ексцес, Е	1,00

Таблиця 3

Статистичні моменти log-log залежностей двовірного координатного розподілу елемента  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса здорової та патологічно зміненої тканини нирки

Норма (Х-напрямок)		Патологія (Х-напрямок)	
Математичне очікування, М	0,03	Математичне очікування, М	0,05
Середнє квадратичне відхилення, $\zeta$	0,73	Середнє квадратичне відхилення, $\zeta$	1,12
Асиметрія, А	22,39	Асиметрія, А	23,49
Ексцес, Е	503,13	Ексцес, Е	505,07
Норма (Y-напрямок)		Патологія (Y-напрямок)	
Математичне очікування, М	0,06	Математичне очікування, М	0,05
Середнє квадратичне відхилення, $\zeta$	0,93	Середнє квадратичне відхилення, $\zeta$	0,88
Асиметрія, А	18,26	Асиметрія, А	19,57
Ексцес, Е	348,46	Ексцес, Е	400,18

Таким чином, анізотропна складова здорової тканини формується біологічними кристалами позаклітинних матриць трьох основних типів біологічної тканини (сполучна, м'язова і епітеліальна тканини). Така складна будова позаклітинної матриці тканини нирок, виявляється у координатно-неоднорідній модуляції фазових зсувів між ортогональними компонентами поляризації лазерної хвилі, що зондує біологічну тканину.

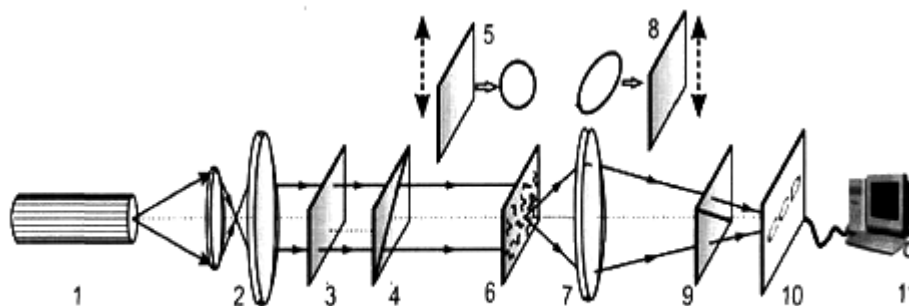
Даний процес призводить до формування як статистичної, так і стохастичної складової у координатному розподілі фазових кутів елементів  $D_{11}(x, y)$  матриці Джонса, що експериментально виявляється у відповідній осциляції амплітуди фазової функції.

Запальний септичний процес формує локальні набряки сукупності тканин нирки, що оптично виявляється у зростанні їх анізотропії. Такий ріст двоприменезаломлення (при незмінній геометрії напрямків оптичних біологічних кристалів) призводить до збільшення глибини модуляції значень фазових кутів.

Технічний результат: запропонований спосіб дозволяє визначити критерії диференціації поляризаційно-фазових параметрів двоприменезаломлюючої компоненти - статистичні моменти 3-го і 4-го порядків координатних розподілів дійсних частин елементів матриці Джонса для діагностики патологічних процесів у нирках.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб діагностики патології нирок шляхом проведення лазерної поляриметрії, який **відрізняється** тим, що визначають критерії диференціації поляризаційно-фазових параметрів двоприменезаломлюючої компоненти - статистичні моменти 3-го і 4-го порядків координатних розподілів дійсних частин елементів матриці Джонса.



Фіг. 1

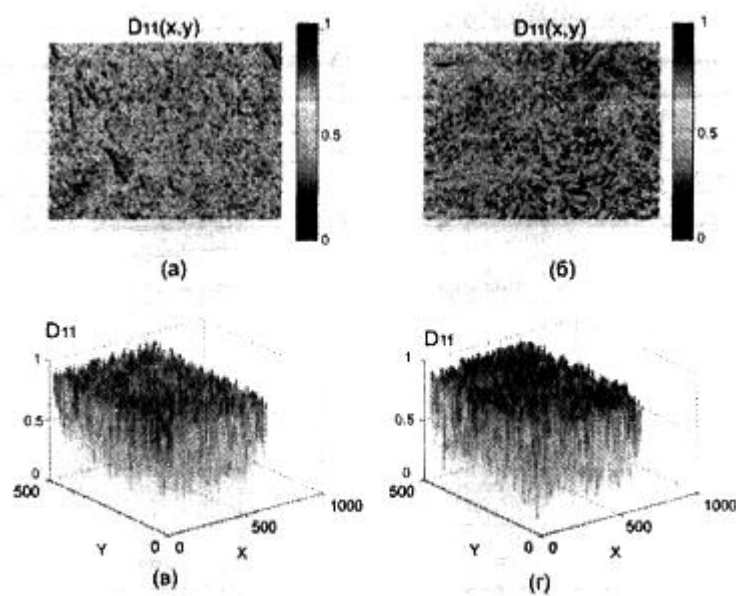


Fig. 2

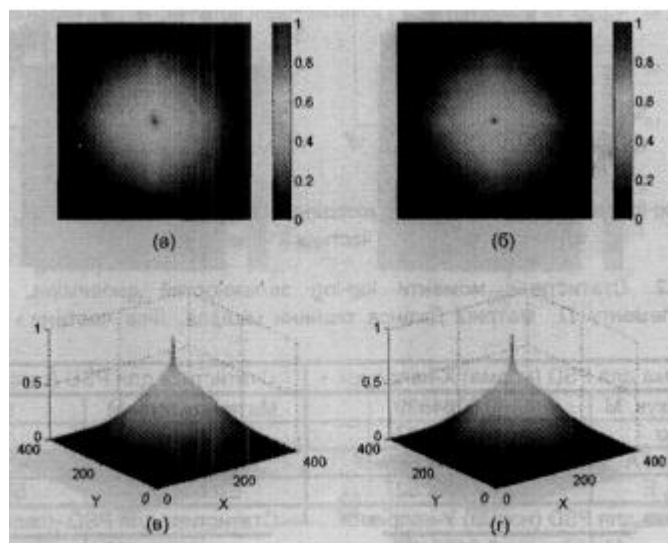
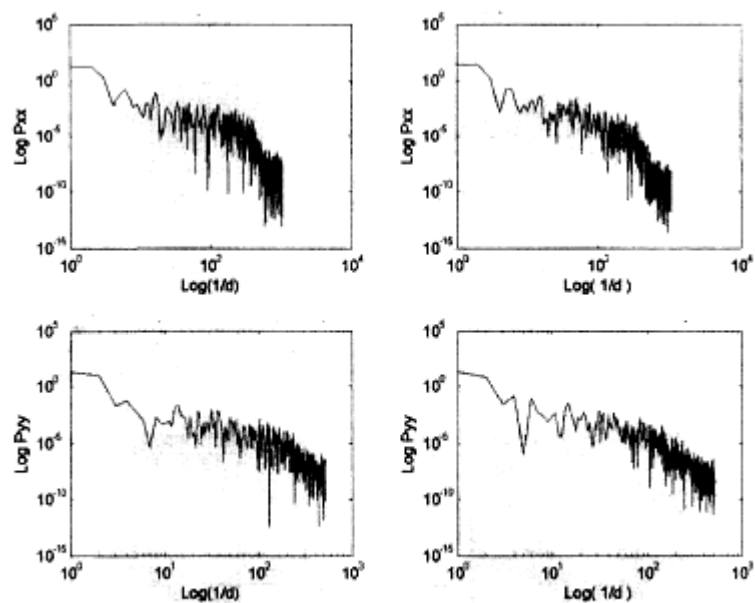


Fig. 3



Фиг. 4

---

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601